

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.О.28 Цифровая обработка сигналов

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность (профиль)

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Форма обучения

очная

Год набора

2022

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ кандидат технических наук, профессор, А.С. Глинченко

\_\_\_\_\_ должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины является: теоретическое и практическое освоение методов и средств цифровой обработки сигналов (ЦОС), позволяющее выпускнику успешно вести исследования и разработки, направленные на создание и обеспечение функционирования радиоэлектронных систем и комплексов различного назначения, основанных на их использовании.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать: физические и математические основы преобразования сигналов из аналоговой формы в цифровую и из цифровой в аналоговую и связанные с ними искажения и погрешности;

математические алгоритмы цифровой фильтрации и спектрально-корреляционного анализа сигналов;

методы синтеза цифровых фильтров и оценки точности ЦОС;

методы многоскоростной и многоканальной обработки сигналов;

общие принципы и средства реализации ЦОС.

уметь: составить техническое задание на разработку устройства или системы ЦОС;

обосновать в процессе исследования и разработки необходимые параметры дискретизации и квантования сигналов;

выбрать наиболее эффективные алгоритмы обработки сигналов;

выполнить синтез цифровых фильтров на ЭВМ;

определить необходимую разрядность процессора ЦОС исходя из требуемой точности обработки;

провести моделирование обработки сигналов на ЭВМ;

выбрать для реализации современную элементную базу в соответствии с технико-экономическими критериями;

разработать схемотехническое и программное обеспечение для реализации ЦОС на основе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), ЦСП или ПЭВМ;

владеть: методами математического, алгоритмического и структурного описания ЦОС;

средствами разработки аппаратного и программного обеспечения ЦОС, реализуемой на основе ПЛИС, ЦСП или ПЭВМ.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности</b>	
ОПК-1.1: Понимает	Фундаментальные законы природы, основные

фундаментальные законы природы; основные физические и математические методы накопления, передачи и обработки информации	методы накопления, передачи, обработки информации Накапливать, передавать и обрабатывать информацию Физическими и математическими методами работы с информацией
ОПК-1.2: Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Физические законы и математические методы решения задач теоретического и прикладного характера Применять физ. законы и мат. методы решения задач теоретического и прикладного характера Методами применения физ. законов и мат. методов решения задач
ОПК-1.3: Использует знания естественных наук и математики при решении практических задач	Естественные науки и математику в объёме, необходимом для решения практических задач Использовать имеющиеся знания естественных наук и математики для решения практических задач Способами использовать естественные науки и математику для решения практических задач

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2 (72)</b>	
занятия лекционного типа	1 (36)	
лабораторные работы	1 (36)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1 (36)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Контактная работа, ак. час.							
		Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Введение в цифровую обработку сигналов. Сигналы и их преобразования при цифровой обработке.</b>									
	1. Введение в цифровую обработку сигналов. Сигналы и их преобразования при цифровой обработке. *Моделирование преобразований сигналов из аналоговой формы в цифровую и обратно.	2							
	2. Лабораторная работа 1. Исследование преобразований сигналов из аналоговой формы в цифровую и из цифровой в аналоговую.					4			
	3. Составление отчетов по лабораторным работам							2	
	4. Теоретическое обучение							2	
<b>2. Цифровые фильтры. Методы математического описания во временной и частотной области, формы структурной</b>									
	1. Цифровые фильтры. Методы математического описания во временной и частотной области. *Графический способ определения частотной характеристики рекурсивных цифровых фильтров.	2							

2. Формы структурной реализации цифровых фильтров. Алгоритмы программной реализации цифровых фильтров. *Сравнение прямых и обращенных структур цифровых фильтров.	4							
3. Методы оценки и обеспечения точности цифровых фильтров. Масштабирование сигналов в цифровых фильтрах. Шумы квантования и шумовые эквивалентные схемы цифровых фильтров. *Моделирование задач оценки и обеспечения точности цифровых фильтров на ЭВМ.	6							
4. Лабораторная работа 2. Синтез и исследование рекурсивных цифровых фильтров.					6			
5. Лабораторная работа 3. Синтез и исследование нерекурсивных цифровых фильтров.					6			
6. Теоретическое обучение							4	
7. Составление отчетов по лабораторным работам							2	
<b>3. Методы спектрально-корреляционного анализа сигналов</b>								
1. Спектрально-корреляционный анализ сигналов на основе ДПФ. Алгоритмы БПФ.	6							
2. Лабораторная работа 4. Спектральный и корреляционный анализ сигналов на основе дискретного преобразования Фурье.					8			
3. Составление отчетов по лабораторным работам							2	
4. Теоретическое обучение							4	
<b>4. Многоскоростная обработка сигналов и ее применение.</b>								

1. Многоскоростные системы ЦОС. Восходящие дискретные системы (ВДС). Интерполяция дискретных сигналов. Подсистемы вывода аналоговых сигналов с повышением частоты дискретизации. *Особенности реализации нерекурсивных цифровых фильтров в ВДС.	2							
2. Нисходящие дискретные системы (НДС). Децимация дискретных сигналов. Особенности реализации нерекурсивных цифровых фильтров в НДС. Подсистемы ввода аналоговых сигналов с понижением частоты дискретизации. *Применение принципа НДС в цифровых радиоприемных устройствах.	2							
3. Лабораторная работа 6. Исследование методов многоскоростной обработки и преобразования спектров сигналов в системах ЦОС.					4			
4. Составление отчетов по лабораторным работам							2	
5. Теоретическое обучение							4	
<b>5. Методы переноса и преобразования спектров дискретных сигналов.</b>								
1. Комплексные дискретные сигналы. Квадратурная обработка сигналов	2							
2. Обработка сигналов в многоканальных системах ЦОС с частотным уплотнением каналов	2							
3. Многоканальный полосовой анализ-синтез нестационарных случайных сигналов	2							
4. Исследование методов многоскоростной обработки и преобразования спектров сигналов в системах ЦОС.					4			
5. Теоретическое обучение							8	
<b>6. Аппаратно-программная реализация ЦОС.</b>								



1. Многоканальные системы ЦОС. Методы формирования и разделения групповых сигналов с частотным уплотнением каналов и их применение в системах передачи непрерывных и дискретных сообщений. * Сопряжение многоканальных систем передачи с частотным и временным разделением каналов.	2							
2. Задачи аппаратно-программной реализации ЦОС.	2							
3. Цифровые сигнальные процессоры	2							
4. Программирование цифровых сигнальных процессоров.					4			
5. Составление отчетов по лабораторным работам							2	
6. Теоретическое обучение							4	
Всего	36				36		36	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Глинченко А. С. Цифровая обработка сигналов: методическое обеспечение аудиторных занятий и самостоятельной работы (Красноярск: СФУ).
2. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие для студентов вузов по направлению 210300 "Радиотехника"(Санкт-Петербург: БХВ-Петербург).
3. Глинченко А. С. Цифровая обработка сигналов: курс лекций (Красноярск: ИПК СФУ).
4. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие для студентов вузов(Санкт-Петербург: Питер).
5. Солонина А. И., Улахович Д. А., Арбузов С. М., Соловьева Е. Б., Гук И. И. Основы цифровой обработки сигналов: курс лекций: учеб. пособие (Санкт-Петербург: БХВ-Петербург).
6. Глинченко А. С. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие (Красноярск: ИПЦ КГТУ).
7. Солонина А. И., Клионский Д. М., Меркучева Т. В., Перов С. Н. Цифровая обработка сигналов и MATLAB: учебное пособие для студентов вузов, обучающимся по направлению 210700 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" квалификации "бакалавр" и "магистр"(Санкт-Петербург: БХВ-Петербург).
8. Глинченко А. С. Цифровая обработка сигналов: методические указания по самостоятельной работе(Красноярск: Информационно-полиграфический комплекс [ИПК] СФУ).
9. Глинченко А.С. Цифровая обработка сигналов: метод. указ. по самостоят. работе(Красноярск: ИПК СФУ).
10. Глинченко А.С. Цифровая обработка сигналов: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины(Красноярск: ИПК СФУ).
11. Глинченко А. С. Цифровая обработка сигналов. Лабораторные работы по исследованию системных методов и средств реализации цифровой обработки сигналов: учебно-методическое пособие(Красноярск: СФУ).
12. Глинченко А. С. Цифровая обработка сигналов. Лабораторные работы по исследованию базовых методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов: учебно-методическое пособие(Красноярск: СФУ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Система MatLab 6(7.3) + Simulink 5 (учебная).
2. Среда графического программирования LabVIEW.

3. Программные средства собственной разработки (программы синтеза цифровых фильтров (4), программа структурного моделирования систем ЦОС SDCAD, программа спектрально-корреляционного анализа сигналов SCANA).

#### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Электронно-библиотечная система СФУ [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://bik.sfu-kras.ru>
2. Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы <http://ibooks.ru/>
- 3.

#### **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

#### **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Учебный класс ПЭВМ класса Pentium III информационно-вычислительного центра ИИФиРЭ СФУ.

Устройства ввода-вывода (сбора данных) для разработки и реализации систем ЦОС на базе ПЭВМ.

Модули разработки и реализации систем ЦОС на основе ЦСП.

Проектор, подключенный к компьютеру с операционной системой Windows и Microsoft Office.

Презентация дисциплины (196 слайдов).